

Thalliumablagerung im Zahn
bei akuter
und chronischer Thalliumvergiftung

von

HANS HERMANN ROSS

1956 №179

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin und Kriminalistik
der Universität Erlangen
Direktor Professor Dr. Dr. E. W e i n i g

Thalliumablagerung im Zahn
bei akuter und chronischer
Thalliumvergiftung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu Erlangen

Vorgelegt
von
Hans Hermann Roß
aus
Leer/Ostfriesld.

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen



Dekan: Prof.Dr. C. Korth

Referent: Prof.Dr.Dr.E. Weinig

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.1956

Inhaltsübersicht:

	Seite
I. Einleitung	5
II. Thallium; Element. - Gift - Nachweis	5
III. Schwermetallablagerungen in den Zähnen	12
IV. Eigene Untersuchungen	15
V. Zusammenfassung	22
VI. Literaturverzeichnis	24
VII. Lebenslauf	28



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546223_0101

I. Einleitung:

Die in den letzten Jahren immer wieder beobachteten Vergiftungen mit Thallium ließen die Bedeutung dieses früher kaum beachteten Metalles in der gerichtlichen Medizin groß werden. Seitdem Haberda als erster 1927 eine solche Vergiftung mit tödlichem Ausgang erkannt und beschrieben hat, sind von vielen Autoren Thallium-Intoxikationen beobachtet und veröffentlicht worden. Weiter sind im Schrifttum viele Arbeiten über den Nachweis des Thalliums im Organismus erschienen; jedoch wurde bisher, soweit feststellbar, kein Nachweis über eine Ablagerung von Thallium in den Zähnen erhoben.

In dieser Arbeit soll durch tierexperimentelle Untersuchungen festgestellt werden, ob eine nachweisbare Ablagerung von Thallium in den Zähnen bei Intoxikationen eintritt.

II. Thallium; Element - Gift - Nachweis:

Das Thallium wurde, auf Grund seiner Eigenschaft in der Bunsenflamme mit leuchtend grüner Flamme zu verbrennen, von William Crookes im Jahre 1861 bei der spektroskopischen Untersuchung des selenreichen Bleikammerschlamms einer Schwefelsäure-Fabrik entdeckt. Bei derselben Untersuchung machte im darauffolgenden Jahre, unabhängig von Crookes, Lamy die gleiche Entdeckung; er erkannte, daß das Thallium ein Schwermetall ist, stellte erstmals eine größere Menge dar und untersuchte die chemischen und physikalischen Eigenschaften. Es gehört zu denjenigen Elementen, die sich in weitester Verbreitung, aber nur in sehr geringer Konzentration in der Erdrinde finden. Sulfide des Eisens, Kupfers und Zinks enthalten immer kleine Mengen davon (Gmelin). Die Darstellung erfolgt hauptsächlich aus dem Flugstaub oder dem Kammer-schlamm der Schwefelsäure-Fabriken. Da Thallium leicht wasserlöslich ist, wird es durch Auskochen mit Wasser aus dem Ausgangsmaterial extrahiert. Das als Sulfat vorliegende Thallium wird mit Chlorid als $TlCl$ gefällt, zur Reinigung nochmals in das Sulfat und anschließend wiederum in das Chlorid verwandelt. Reines Metall wird durch Elektrolyse von Thalliumsulfatlösung gewonnen.

Thallium - Atomgewicht 204,39 - gleicht äußerlich und vielfach auch im chemischen Verhalten seinem Nachbarn im Periodensystem, dem Blei. Es ist weich und zähe, von bläulich-weißer Farbe; an feuchter Luft überzieht sich die frische Schnittfläche rasch mit einer grauen Oxydschicht (Hollemann-Wiberg).

Der Schmelzpunkt des Thalliums liegt bei $302,5^{\circ}$ C. Es gehört zu den leicht schmelzbaren und flüchtigen Metallen. Diese Eigenschaft ist für den spezifischen Nachweis mit Hilfe eines Spektroskops und der Bunsenflamme von Bedeutung.

Thallium kommt in seinen Verbindungen I- und III-wertig vor; die meisten Verbindungen leiten sich vom stabileren I-wertigen Thallium ab.

Die bekanntesten z.T. früher in der Heilkunde verwendeten Thalliumsalze sind das Thallium-aceticum, carbonicum, chloricum, nitricum und sulfuricum, welche sich alle durch starke Giftwirkung auszeichnen. Das noch am wenigsten giftige Arzneimittel ist das Thallium-Azetat.

Als zufälliges Nebenprodukt in der chemischen Industrie (Lithoponeherstellung) wurde das Thalliumsulfat bzw. Thallo-sulfat zur Erzeugung von Ungeziefervertilgungsmitteln herangezogen, kam als sogen. Zeliopaste und Zelioweizen in den Handel und ist dadurch weiteren Kreisen der Bevölkerung zur Bekämpfung von Mäusen, Ratten und anderen Tierschädlingen bekannt geworden. Die von I.G.-Farben in den Handel gebrachten Präparate enthalten nennenswerte Mengen des giftigen Thalliumsalzes, welche auch dem Menschen sehr gefährlich werden können. Zeliopaste hat in der Tube (ca. 30 g) einen mittleren Gehalt von 0,7 g Thallo-sulfat. In Zeliokörnern beträgt diese Verbindung etwa 2 %.

In der Medizin gelangt Thalliumazetat bei der Behandlung von Pilzkrankungen der Haut als Epilationsmittel zur Anwendung (Neureiter, Pietrusky, Schütt).

Früher wurde Thallium-Azetat in Dezigrammgaben gegen Nachtschweiß der Phthisiker verordnet.

Als mittlere tödliche Dosis für den Menschen gilt die Menge von 1 g der angeführten Thallo-Salze (Fühner).

Seit der ersten veröffentlichten Vergiftung 1927 haben sich eine Reihe von Mord- und Selbstmordfällen mit diesem verhältnismäßig leicht beschaffbaren Gift ereignet, während die Thalliumvergif-

tung als gewerbliche Vergiftung z.B. bei der Thalliumgewinnung oder durch Verwendung in der Farben- und Glasindustrie keine große Bedeutung erlangt hat (Teleky).

Die Vergiftungserscheinungen beginnen nach Moeschlin im allgemeinen schleichend, erreichen in der 2. und 3. Woche gewöhnlich ihr Maximum, um dann nur ganz allmählich wieder abzuklingen oder in schweren Fällen den Tod herbeizuführen. Direkt im Anschluß an die Giftaufnahme kann es zu Erbrechen kommen. Dann fühlt sich der Patient meistens für 3 - 4 Tage noch wohl. In diesem Initialstadium besteht aber regelmäßig eine hartnäckige Obstipation. Anschließend treten dann sehr unangenehme neuralgieforme Schmerzen in den Beinen auf, die sich immer mehr steigern. Zur gleichen Zeit oder auch später machen sich als charakteristische Zeichen Schmerzen unter dem Brustbein und im Abdomen bemerkbar. Bezeichnend für viele Fälle ist außerdem ein brennendes Durstgefühl und eine oft schon in den ersten Tagen auftretende, sehr hartnäckige Schlaflosigkeit, die nicht nur auf die bestehenden Schmerzen zurückzuführen ist, sondern eher zentraler Genese zu sein scheint. Bei den Vergifteten ist eine starke psychische Veränderung auffällig; sie sind unruhig und machen oft einen hysterischen Eindruck. In der 2. Woche tritt als typisches Zeichen eine sich allmählich entwickelnde Tachykardie, gewöhnlich mit einer mäßigen Blutdrucksteigerung verbunden, in Erscheinung. Gleichzeitig entwickelt sich eine schwere toxische Polyneuritis und Atrophie der Muskulatur.

Als ganz charakteristisches Vergiftungssymptom tritt zu Beginn oder auch erst gegen Ende der 2. Woche der Haarausfall ein. Anfänglich lassen sich die Kopfhare nur leichter ausreißen, dann beginnen sie büschelweise immer mehr auszufallen und in der 3. Woche kommt es schließlich zu einer völligen Alopecie der Kopfhaut.

Auch das Wachstum der Nägel wird für einige Zeit gestört; als Folge davon erscheinen in der 3. und 4. Woche die typischen Lunulastreifen, d.h. halbmondförmige, weiße Querstreifen an den Finger- und Zehennägeln, die mit dem Wachstum der Nägel immer weiter nach vorne rücken.

Sie erinnern an die als Mees'sche Streifen bekannten, bei der Arsenvergiftung vorkommenden Nagel-Querbander. Es wird angenom-

men, daß es sich bei Thallium um einen pathologischen Lufttritt infolge trophischer Schädigung der Nagelzelle handelt (Klemperer).

Im Verlauf von chronischen Thalliumvergiftungen an Ratten und Mäusen stellten Popowa und Lohner rachitisähnliche Auswirkungen am Knochen- und Zahnsystem fest. An den Knochen beobachteten sie Erweichungen, Verbiegungen und Verkrümmungen; an den Zähnen ein Zurückbleiben des Wachstums, oberflächliche weiße, rundliche Flecken und Mißbildung der Molarenhöcker. Diese Erscheinungen führen sie auf eine schwere Kalkstoffwechselstörung als Folge der Einwirkung des Giftes auf das endokrin-vegetative System zurück.

Bei tödlichen Vergiftungen kann man an der Leiche Entzündungserscheinungen im Magen-Darm-Kanal nach Art einer Gastroenteritis toxica vorfinden. Blutungen und Nekrosen, schorffähnliche Beläge und Geschwürsbildungen wurden beobachtet. In der Regel ist der untere Dünndarm und der Dickdarm von diesen Erscheinungen frei. Hat sich die Vergiftung einige Zeit hingezogen, so fehlen diese Veränderungen am Magen-Darm-Kanal. Nach der Resorption des Giftes können Parenchymdegenerationen an der Leber und an den Nieren nachzuweisen sein. Späterhin kann auch das Herz fettig entarten und es können an den Glomeruli der Nieren Veränderungen auftreten (Mueller).

Zur endgültigen Festlegung der Diagnose einer Thalliumvergiftung muß der spezifische Nachweis dafür erbracht werden. Hierfür stehen als Untersuchungsmaterial im Anfangsstadium Mageninhalt und Harn, in fortgeschrittenen Fällen hauptsächlich nur Harn und bei letalem Ausgang Leber, Milz, Niere, Muskulatur, Knochen und weitere Organe zur Verfügung.

Es gibt zahlreiche Methoden der quantitativen Untersuchung des Thalliums, von denen folgende von größerer Bedeutung geworden sind:

Bodnar und Tereny bringen die organische Substanz zur Verkohlung, extrahieren die verkohlte Masse mit heißer verdünnter Schwefelsäure und bestimmen maßanalytisch das Thallium durch Oxydation von Thallo- zu Thallionen mit Kaliumpermanganat bei Gegenwart von Salzsäure.

Schee oxydiert die im Auszug vorhandenen Thalloionen mit Kaliumferricyanid in alkalischer Lösung bis zu dem unlöslichen Thalli-

hydroxyd und filtriert. Das bei der Reaktion entstandene Kaliumferrocyanid wird in schwefelsaurer Lösung mit Kaliumpermanganat titriert.

Stich bestimmt das Thallium kolorimetrisch mit der Sulfidmethode. Über eine jodometrische Bestimmung des Thalliums in Leichenteilen berichtet Fridli¹. Das Verfahren beruht auf der Tatsache, daß das Thalli-Ion in saurer Lösung aus dem zugesetzten Kaliumjodid Jod frei macht. Durch Messung des ausgeschiedenen Jods ist auch die Thalliummenge zu bestimmen.

Der qualitative Nachweis des Thalliums wird in der Hauptsache spektroskopisch vorgenommen, und zwar wird das Vorhandensein von Thallium an der Linie (5350 Å) erkannt, die im Grün des Spektrums auftaucht. Mit dieser Methode hat Buschke schon im Beginn seiner Thalliumuntersuchungen nach Veraschung in den Organen seiner Versuchsfälle Thallium nachweisen können.

Um das Thallium in Geweben für die mikrochemische Prüfung leicht auffindbar zu machen, schlägt Barbaglia vor, lösliche Thalliumsalze im Gewebe selbst in unlösliche zu verwandeln. Dies geschieht durch Einlegen des zu untersuchenden Organstückes in eine gesättigte Kaliumjodidlösung, wobei die Bildung von unlöslichem Thalliumjodid eintritt. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Schnitte zeigen sich deutlich die charakteristischen Kristalle des Thalliumjodids.

Eine sichere und einwandfreie Methode bei Metallvergiftungsfällen einen eindeutigen Nachweis zu erbringen ist die Polarographie. Sie beruht auf Elektrolyse mittels tropfender, unpolarisierbarer Quecksilberkathode, wobei die Elektrodenvorgänge im engsten Zusammenhang mit Art und Konzentration von einzelnen reduzierenden Bestandteilen der Lösung stehen. Weinig¹ hat erstmalig auf die Bedeutung der Polarographie für die gerichtliche Medizin und Kriminalistik hingewiesen. Im Jahre 1943 arbeitete Weinig² eine polarographische Bestimmung des Thalliums in Leichenteilen aus, die gegenüber anderen Verfahren den Vorzug besitzt, nach relativ einfachem Arbeitsgang zugleich den quantitativen und qualitativen Nachweis zu führen. Auch Heyndrickx brachte diese Methode bei seinen Untersuchungen zur Anwendung; er schlug zur Festigung der ermittelten Ergebnisse die Durchführung einer weiteren Untersuchungsmethode vor.

auf Grund der angegebenen und weiterer Verfahren war es möglich, Aufschlüsse über die Verteilung des Thalliums nach Vergiftungen im Organismus zu erhalten. Die löslichen Thalliumsalze werden auf dem Wege der Mund- und Darmschleimhaut aufgenommen. Diese Resorption setzt schnell ein, daher kann Thallium bald im Urin nachgewiesen werden (Prick, Smitt, Muller).

Bauschke untersuchte nach der Methode von Barbaglia 65 experimentell vergiftete Ratten und stellte fest, daß bereits nach einer halben Stunde etwa $1/4$, nach einer Stunde $1/3$ und nach zwei Stunden nahezu die gesamte Menge des endgültig nachweisbaren Thalliums in den Organen vorhanden ist. Während der ersten 2 - 3 Tage enthält die Niere das meiste Thallium, die weiteren Organe schließen sich an in der Reihenfolge: Speicheldrüsen, Pankreas, Lymphknoten, Nebenniere, Herzmuskel, Milz, Skelettmuskel, Leber, Genitaldrüsen, Lunge, Knochenmark, Thymus, Haut, Gehirn, Kleinhirn und schließlich Blut außer dem Magen und Darm, der allen aufgezählten Organen voransteht.

Gettler u. Weiß machen über die gefundenen Werte in den Organen bei der tödlichen Vergiftung eines Erwachsenen folgende Angaben: Niere 9,8 , Leber 7,2 , Milz 7,0 , Herz 4,0 , Lunge 6,7 , Gehirn 2,4 , Muskulatur 8,7 , Knochen 9,0 mg Thallium pro 100 g Substanz. Das Thallium wurde in den Organen und Geweben des Körpers in verschiedenen Mengenverhältnissen verteilt vorgefunden. Die Niere enthielt mehr Thallium pro Einheitsgewicht als die Leber. Die Thalliumkonzentration kann nach ihrer Meinung von 0,5 bis 10 mg pro 100 g Gewebe wechseln; in der Muskulatur und im Knochen wurde sie in derselben Größenordnung wie in den Organen gefunden.

Die Untersuchungen von Paulus in einem akuten Vergiftungsfall bei einem Erwachsenen, der 2 Tage nach der Einnahme von Thallium starb, ergaben folgende Werte: Darminhalt 70 mg, Mageninhalt 12 , Blut 5,5 , Leber 3,4 , Niere 4,2 , Gehirn 3,1 und im Knochen 1,8 mg pro 100 g Gewicht. Besonders wird auf die beträchtliche Ablagerung im Knochen in dieser kurzen Zeit hingewiesen.

Im Widerspruch zu diesen Angaben steht das Untersuchungsergebnis von Heyndrickx, der in einem akut tödlichen Vergiftungsfall zwar ähnliche Ergebnisse in den Eingeweiden und Organen fand, aber weder in der Knochensubstanz noch im Blut Thallium nachweisen konnte.

Leider sind bei weiteren Angaben z.B. Bochkor und Fridli² in den Aufstellungen der Analysen von Sektionsmaterial keine Angaben über den Thalliumgehalt im Knochen vorhanden. Die Werte der Organe stimmen mit denen von Paulus überein. Außerdem wies Fridli einen Gehalt in der Milz von 10,6, in der Lunge 6,7 und im Herzen 4,0 mg pro 100 g Gewicht der Organe nach.

Die Ausscheidung von Thallium erfolgt hauptsächlich durch den Urin, in einem geringeren Grade über Faeces, Gaile, Milch, Tränenflüssigkeit und Schweiß (Frey u. Schlechter). Vorgenannte Autoren bewiesen in Tierversuchen an Kaninchen, daß die Ausscheidung mit dem Harn zunächst sehr hoch ist (in 5 Tagen wurden 75 % der injizierten Menge mit dem Harn ausgeschieden). Anschließend sinkt die absolute Ausscheidung durch die Nieren - bei steigendem prozentualem Gehalt des Harns an Thallium - unter gleichzeitiger Abnahme der Harnmenge als Folge der durch das Thallium verursachten Niereninsuffizienz.

Bei chronischen Vergiftungen sind in vielen Fällen die unterschiedlichsten Feststellungen über den Thalliumgehalt im Harn gemacht worden.

Betwurst u. Lochmann beschrieben einen Fall, bei dem die Thalliumausscheidung über einen Zeitraum von 62 Tagen verfolgt wurde. In den ersten 10 Tagen war die ausgeschiedene Menge sehr groß und nahm in den folgenden Wochen mehr und mehr ab.

Während Deutsch nach 1,0 g Thalliumsulfat noch in der 4. Woche Spuren von Thallium kolorimetrisch im Urin nachweisen konnte, Heinichen nach etwa 0,7 g TlSO_4 in der 5. Woche spektrographisch ebenfalls Spuren von Thallium und Starkenstein u. Langecker nach 1,1 g Thalliumazetat in der 5. Woche etwa 1 mg Tl in der Tagesharnmenge fanden, konnten Ludwig und Ganner in einem Fall nach 1,0 g TlSO_4 nach etwa 3 Wochen kein Thallium nachweisen. Auch Wender fand nach etwa 0,8 g Thallium im Urin keinen positiven Befund, während in den ausgefallenen Haaren Spuren nachzuweisen waren.

In tierexperimentellen Versuchen wurde bewiesen, wie langsam Thallium ausgeschieden wird. Emara u. Soliman verabreichten an Hunde 8,5 mg Thallium-Azetat pro kg Körpergewicht und töteten sie nach einem, sieben, elf und fünfzehn Tagen. Folgende Tabelle zeigt den Gehalt des Sektionsmaterials an nachgewiesenem Tl:

	mg Tl pro 100 g Gewebe				% der Dosis im gesamten Organ			
Tage nach der Ver- giftung gelebt	1	7	11	15	1	7	11	15
Magen und Inhalt	3,6	3,8	1,5	1,3	7,2	5,6	3,6	2,7
Darm und Inhalt	2,3	1,3	0,6	0,5	8,5	5,9	3,9	3,3
Leber	3,4	3,2	2,1	2,1	15,9	15,3	13,5	10,8
Lunge	0,9	1,3	1,1	0,9	1,5	1,3	1,2	1,0
Niere	3,3	3,3	3,3	3,8	1,7	2,5	2,3	2,7
Herz und Herzblut	1,8	1,7	1,0	0,6	2,0	1,5	1,1	0,6
Milz	1,5	1,5	1,8	2,1	0,7	1,2	1,3	1,3
Gehirn	0,8	1,1	1,2	1,8	1,2	1,2	1,4	1,4
Ergebnis in ges. Organen					39	34	28	24

Die vorliegenden Werte zeigen, daß eine große Menge der verabreichten Dosis noch 15 Tage nach Verabreichung des Giftes vorhanden ist. Beachtlich ist die gehäufte Ablagerung in Nieren, Milz und Gehirngewebe.

III. Schwermetallablagerungen in den Zähnen:

Das Vorkommen von Blei in den Zähnen ist von Carow im Jahre 1910 erstmalig bei Patienten mit einer chronischen Bleivergiftung beobachtet worden. Die chemisch nachweisbaren Mengen sind allerdings so gering gewesen, daß ihr Gewicht nur durch Vergleichsversuche festzustellen gewesen ist. Die Forschung auf dem Gebiete der Bleivergiftung am menschlichen und tierischen Organismus, insbesondere die von Aub, Fairhall, Minot u. Retznikoff haben gezeigt, daß Blei besonders im Knochen abgelagert wird, und zwar nicht nur bei toxischen Einflüssen sondern schon unter normalen Bedingungen. Durch Untersuchungen mittels mikrochemischer Verfahren von P. Schmidt u. Weyrauch ist bestätigt worden, daß norma-

lerweise Blei in Knochen vorkommt. Bei den großen Analogien hinsichtlich Aufbau und Entwicklung zwischen Knochen und Zähnen war zu erwarten, daß auch in der Zahnschubstanz Blei abgelagert wird; zum mindesten aber im Zement, das in seinem histologischen Bau dem Knochen sehr ähnlich ist.

Dschou hat Zähne untersucht und auch "normales" Blei gefunden. Pfrieme ist mit Hilfe der mikrochemischen Methode nach Schmidt u. Weyrauch zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Er hat die Zahnschubstanz nach Schmelz, Dentin und Zement getrennt analysiert und Blei vorzugsweise im Dentin gefunden. Außerdem soll die Bleimenge in den Zähnen mit dem Lebensalter der Individuen ansteigen. Bei experimenteller Vergiftung hat Westphal Blei in Zähnen von bleivergifteten Kaninchen nachweisen können.

Timm gelang es, die Anreicherung und Ablagerung von Schwermetallen im Gewebe sichtbar zu machen. Er ging von dem Gedanken aus, daß Spurenmehalle (bei Vergiftungen), falls sie im Gewebe in schwerst lösliche Salze umzusetzen seien, an Ort und Stelle ausgefällt werden konnten und daß sich durch ihre lokale Nachweisung Einsichten über das "vital, oder physikalisch bedingte Lagerungsprinzip" gewinnen ließen. Als chemisches Reagenz empfahl er den gasförmigen Schwefelwasserstoff, der sowohl eine schnelle und wirksame Durchdringung der Präparate garantiert als auch Metallteilchen und deren Salze in schwerst lösliche Sulfide umzusetzen vermag. Da die zu erwartenden Größen der Teilchen zumeist unter der Auflösungsgrenze der Hellfeldmikroskope liegen, schlug Timm die ultramikroskopische Methode vor, die es ermöglicht, feinste Submikronen als glänzende Pünktchen infolge der selektiven Lichtbrechung indirekt wahrzunehmen. Das störende, diffuse und überlagernde Aufleuchten des Gewebes vermochte er dadurch zu beseitigen, daß er die Gewebsschnitte optisch "leer", d.h. durchsichtig machte. Dazu verhilft eine Eindeckung der Präparate in Brombenzolkana-da-Balsam.

Röbler, Mühlberg, Friedrich, Jungnickel wiesen auf Grund dieser Methode die genaue Lokalisation von Blei, Kupfer, Zink und Cadmium in den Zahnhartgeweben nach.

Sie untersuchten Zähne von Meerschweinchen, die etwa 10 Tage lang täglich 50 - 100 mg von dem jeweiligen Schwermetallsalz verabreicht bekommen hatten.

Zu bemerken ist noch, daß das Zahnsystem der Meerschweinchen in einigen Punkten von dem der anderen Säugetiere abweicht. Es gibt nur eine Dentition; die Nagezähne sind sogen. immerwachsende oder wurzellose Zähne, d.h. es sind immer Keimzentren im Kiefer vorhanden. Die palatinale bzw. linguale Fläche hat keine Schmelzbedeckung. Die Mahlzähne haben nach Jaffé ebenfalls kein abgeschlossenes Wurzelwachstum. Sie bestehen aus drei zusammenhängenden Dentinplatten, zwischen die sich jeweils eine Schicht, die von Gottlieb u. Greiner als Knorpelzement bezeichnet wird, schiebt.

Die Untersuchungsergebnisse der Zahnschnitte zeigen, daß das Schwermetall von der Pulpa aus in das Zahnhartgewebe eindringt und dem Verlauf der Dentinkanälchen folgt. Die Dunkelfeldaufnahmen beweisen die Metallablagerung in Form von feinen radiärstreifigen, die Pulpa zirkulär umgebenden Zonen, die aus zahlreichen perlschnurartig angeordneten, feinsten Körnchen bestehen und in Richtung der Dentinkanälchen verlaufen. Die Pulpenkammer selbst ist von einem körnchenartigen Saum eingefast. Die Knorpelzementscheiben sind ebenfalls mit Metallablagerungen durchsetzt und zwar sind sie von einem leuchtenden, wabenartigen, feinstreifigen Netz durchzogen; am Rande findet sich ein heller Saum. Weiterhin sieht man auch die Metallteilchen in den äußeren Schichten des Dentins, was auf eine Einwanderung vom Periodontium her schließen läßt.

Im Schmelzgebiet sind keine Einlagerungen zu erkennen; man findet sie nur bis zur Schmelzdentingrenze.

Durch diese Arbeiten ist nicht nur die Ablagerung von Schwermetallen in den Zahnhartsubstanzen bewiesen, sondern auch die genaue topographische Verteilung.

Weiter konnten, auf Veranlassung von Timm, Wendeborn und Werner nach demselben Verfahren feststellen, daß Schwermetallteilchen von Amalgamfüllungen aus auf dem Wege der Dentinkanälchen in das Zahnhartgewebe einwandern.

Leider läßt sich das Timm'sche Verfahren nicht zur Erkennung des Thalliums in den Zähnen anwenden, da der zur Entkalkung notwendige Schwefelwasserstoff eine Bildung von Thalliumsulfid herbeiführt und dieses Salz leicht löslicher Natur ist.

IV. Eigene Untersuchungen:

Um Aufschlüsse über eine Ablagerung von Thallium in den Zähnen zu erhalten, wurde eine Reihe von Versuchstieren durch subkutane Injektion mit in aqua dest. gelöstem Thalliumnitrat vergiftet. Es handelte sich um insgesamt 12 Meerschweinchen; 3 Kaninchen wurden zu Vergleichszwecken untersucht.

Die tödliche Dosis von TlNO_3 liegt nach den dabei gemachten Erfahrungen bei etwa 12 - 15 mg pro 1 kg Körpergewicht. Das Gift gelangte in verschiedenen Mengen zur Injektion, um Unterschiede in der Ablagerung feststellen zu können.

Je nach Grad der Vergiftung zeigten sich die verschiedensten Symptome. Die mit einer akuten toxischen Dosis versehenen Tiere wiesen nach etwa 2 Tagen Speichelfluß und Polyurie auf, weiterhin machten sich klonisch-tonische Krämpfe, starke Abmagerung und Entzündung der Augenbindehäute und Lidränder bemerkbar. Nach einigen Tagen gingen die Tiere dann ein. Bei den chronisch- bzw. mit einmaligen subletalen Dosen vergifteten Tieren kam es zu einer starken Schreckhaftigkeit und nach etwa 2 Wochen zur Lockerung oder zum Ausfall der Fellhaare. Im fortgeschrittenen Stadium der chronischen Vergiftung traten Lähmungserscheinungen auf.

Zur Untersuchung gelangten die Zähne, Röhrenknochen und die Leber sowohl nach der polarographischen als auch nach der spektroskopischen Methode.

Um eine von organischen Bestandteilen freie Lösung zum Polarographieren zu erhalten, ist es nötig, die Organe zu veraschen. Diese Analyse gestaltet sich im einzelnen folgendermaßen (Weinig²):

"Zu 10 g grob zerkleinertem Material werden in einem Becherglas 25 cm³ bleifreie Salpetersäure gegeben. Das Gemisch wird auf dem Sandbad langsam erwärmt. Nachdem die anfangs entstandene Schaumbildung zurückgegangen ist, wird stärker bis zum Verdampfen der Salpetersäure erhitzt. Dann wird die Schwefelsäure im Luftbad abgeraucht, bis eine schwarze, sirupartige Masse entsteht. Nach Abkühlung auf etwa 100° und Zusatz von 10 cm³ 70 %iger Überchlorsäure wird langsam zur Trockene eingedampft. Wenn der Rückstand noch eine bräunliche Verfärbung aufweist, wird er tropfenweise mit Überchlorsäure behandelt bis er eine rein weiße Farbe angenommen hat. Nun wird die Gefäßwand mit doppelt destilliertem Wasser abgespült, wenig konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt und gut abgeraucht.

Das verbleibende anorganische Salzgemisch wird mit 5 cm³ einer 20 %igen Kalium-Natrium-Tartrat-Lösung und einigen Tropfen gesättigter Natronlauge bis zur alkalischen Reaktion gegen Lackmuspapier versetzt. Der feste Rückstand wird ab und zu mit einem Glasstab zerstoßen, aufgerührt und gegebenenfalls abermals mit Natronlauge versetzt bis die Reaktion endgültig alkalisch bleibt. Nach 2 1/3 Stunden wird die Flüssigkeit kurz erwärmt, dann mit doppelt destilliertem Wasser auf 10 cm³ aufgefüllt und filtriert. Die auf diese Art vorbereitete Lösung kann in Stickstoffatmosphäre polarographiert werden."

Da die Thalliumbestimmung im Knochen nach Philippow nach eigenen Versuchen keine positiven Resultate erbrachte, wurde auch bei der Knochen- und Zahnanalyse die beschriebene Methode anzuwenden versucht. Es ergaben sich jedoch Schwierigkeiten durch die vorhandenen Begleitsubstanzen (Kalziumphosphat) in Form von Bildung einer gelatineartigen Flüssigkeit, die sich schwer filtrieren ließ; außerdem bestand die Möglichkeit, daß das vorhandene Thallium im Satz des Filters zurückblieb.

Aus dem Grunde wurden die Knochen und Zähne auf Vorschlag von Professor Dr. Dr. Weinig folgendem Verfahren unterzogen: Die Zähne bzw. Knochenstücke wurden im Muffelofen bei höchstens 550° verascht. Eine genügend vollständige Veraschung, wobei keine reaktionsfähigen organischen Stoffe mehr vorhanden sind, erzielt man durch 4 - 6 stündiges Erhitzen bei 500 - 550°. (Nach Versuchen von Philippow, die zur Feststellung der Flüchtigkeit des Thalliums durchgeführt wurden, zeigte es sich, daß die Flüchtigkeit bei reinen Thalliumverbindungen sehr groß, in Knochen teilen aber gering ist.)

Von den feinzerriebenen, veraschten Zähnen bzw. Knochenteilen wurden genau 0,2 g nach vorherigem Verfahren mit Schwefelsäure, Salpetersäure und später Perchlorsäure versetzt bis sich ein weißer Salzrückstand gebildet hatte. Dieser wurde mit 2,5 cm³ n/20 Salzsäure aufgenommen, kurz aufgeköcht und anschließend filtriert, die gewonnene Lösung mit einigen Tropfen Natronlauge bis zum alkalischen Umschlag versetzt und dann 2 cm³ einer 20 %igen Kalium-Natrium-Tartrat-Lösung hinzugefügt. Dieses Verfahren bedingte ein weitgehendes Beseitigen der störenden Kalziumphosphate.

Nach Überprüfung dieser Methode durch Zusatz von bekannten Thalliummengen zum Untersuchungsmaterial und Herstellung einer Eichkurve konnte diese Methode als verlässlich angewendet werden.

Die gewonnene Flüssigkeit wurde in das Entlüftungsgefäß nach Weinig gegeben, das im Inneren eine Zerstäubungsvorrichtung besitzt. Durch das Zerstäuben mit sauerstofffreiem Stickstoff tritt sofort eine Entlüftung der Lösung und gleichzeitige Überführung in das Elektrolysegefäß ein. In diesem muß die Anode durch Hinzutropfen des Quecksilbers erst eine genügend große Oberfläche erreicht haben, bevor das erste Polarogramm aufgenommen werden kann.

Die Messungen kamen zur Ausführung mit dem selbstschreibenden Polarographen von Leybold Nachf. (Bauart Siemens, Modell 50).

In nachfolgender Aufnahme wiedergegebene Polarogramme sind die polarographischen Kurven der Zähne eines mit 150 mg Tl NO₃ vergifteten Kaninchens. Der Beginn liegt bei - 0,4 Volt bei einer Gesamtspannung von 2 Volt.

Die bei der Empfindlichkeit 1 und 2 aufgenommenen Stufen ergeben eine Breite von 12 mm bzw. 6 mm und entsprechen einem Thalliumgehalt von 26 Gamma in 0,2 g Zahnasche.



Auf Anregung von Professor Dr.Dr.Weinig und Dr.Schmidt wurde neben der polarographischen Methode auch die spektroskopische Methode durchgeführt. Bei diesem Verfahren bestand der Vorteil, von einer größeren Menge Ausgangsmaterial ausgehen zu können. Es wurden jeweils etwa 2 g Zahn- bzw. Knochenasche wie beschrieben analysiert, der gewonnene Salzrückstand mit n/20 HCl aufgekocht, filtriert und nach Zusatz von Ammoniak mit dem IKA-Elektrolysegerät E N 401 der Firma Janke und Kunkel A.G. elektrolysiert.

AUFSTELLUNG DER

Meerschweinchen

		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
Gewicht d.Tiere in g:		500	520	400	550	450	480
injizierte Menge TiNO ₃ in mg:		50	30	15	10	7	6
Art der Vergiftung:		akut	akut	akut	akut	akut	akut
Tag d.Vergiftung:		26.9.	20.10.	22.8.	29.8.	10.8.	16.8.
Todestag:		29.9.	22.10.	25.8.	2.9.	15.8.	21.8.
Verg.-Dauer, Tage:		3	2	3	4	5	5
pol.Meth. gefundene Werte pro 100 g Substanz	Zähne:	3,5 mg	2,1 mg	1,3mg	Spuren	Spuren	Spuren
	Knochen:	4,5 mg	2,4 mg	2,3 mg	Spuren	Spuren	Spuren
	Leber:	5,6 mg	3,5 mg	3,8 mg	1,1 mg	750γ	640γ
spektrosk. Methode	Zähne:	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.
	Knochen:	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.	pos.

Bemerkungen zu der Aufstellung umseitig.

Nach Elektrolyse mit Testlösungen ließ sich feststellen, daß noch etwa 15 Gamma Thallium spektroskopisch sichtbar nach 3-stündiger Elektrolysedauer bei einer Spannung von 3 Volt zu erfassen waren.

Nachfolgend eine Aufstellung der untersuchten Tiere mit den polarographisch gefundenen Werten des Thalliumgehalts der Zähne, Knochen und der Leber sowie dem spektroskopischen Befund der Zahn- und Knochensubstanz:

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Kaninchen								
N ₇	M ₈	M ₉	N ₁₀	M ₁₁	M ₁₂	K ₁	K ₂	K ₃
530	300	400	510	430	500	1500	1000	2000
7	10	15	20	6	6	150	10	20
akut	chron.	chron.	chron.	sublet.	sublet.	akut	sublet.	sublet.
3.9.	1.9.	27.9.	14.9.	31.8.	31.8.	15.10.	15.10.	2.11.
4.9.	22.9.	11.10.	5.10.	14.8.	5.10.	18.10.	29.10.	5.11.
1	21	14	21	14	35	3	14	3
Spu- ren	--	--	Spu- ren	--	--	3,8 mg	--	--
Spu- ren	--	Spu- ren	Spu- ren	--	--	4,2 mg	--	Spu- ren
2,6 mg	100 γ	130 γ	510 γ	320 γ	180 γ	8,8 mg	480 γ	580 γ
pos.	neg.	neg.	pos.	neg.	neg.	pos.	neg.	neg.
pos.	neg.	pos.	pos.	neg.	neg.	pos.	neg.	pos.

Bemerkungen zur Aufstellung:

Das Gift wurde den Tieren in Form von einer 1 %igen Thallium-nitratlösung durch subkutane Injektion beigebracht. Die akut und subletal vergifteten Meerschweinchen und Kaninchen ($M_1 - M_7$, M_{11} , M_{12} und $K_1 - K_3$) erhielten eine einmalige Dosis, während die chronischen Vergiftungen bei $M_8 - M_{10}$ durch wiederholte Injektionen in bestimmten Zeitabständen hervorgerufen wurden.

Nachfolgend die Applikation bei den Versuchstieren $M_8 - M_{10}$:

M_8			M_9			M_{10}		
am	1.9.	1 mg	am	27.9.	3 mg	am	14.9.	2 mg
am	3.9.	1 mg	am	30.9.	3 mg	am	16.9.	2 mg
am	5.9.	1 mg	am	3.10.	3 mg	am	18.9.	2 mg
am	7.9.	1 mg	am	6.10.	3 mg	am	20.9.	2 mg
am	9.9.	1 mg	am	9.10.	3 mg	am	22.9.	2 mg
am	11.9.	1 mg				am	24.9.	2 mg
am	13.9.	1 mg				am	26.9.	2 mg
am	15.9.	1 mg				am	28.9.	2 mg
am	17.9.	1 mg				am	30.9.	2 mg
am	19.9.	1 mg				am	2.10.	2 mg

Sämtliche akut vergifteten Versuchstiere starben, während die chronisch und subletal vergifteten Meerschweinchen und Kaninchen nach Betäubung durch Nackenschlag und Verbluten nach Halsschnitt getötet wurden.

Nach Präparation der benötigten Untersuchungsmaterialien wurden die Zähne und Knochen sorgfältig von den anhaftenden Gewebs- und Blutresten durch Abkratzen, Abtupfen und Abspülen mit aqua dest. befreit.

Wie aus vorliegender Darstellung zu ersehen ist, ergaben bei der polarographischen Untersuchung nur die mit hohen akuten Vergiftungsdosen injizierten Tiere einen eindeutigen Nachweis des Thalliums in den Zähnen und Knochen; hierbei konnte eine höhere Ablagerung in den Knochen als in den Zähnen festgestellt werden. Die Leberuntersuchung zeigte wiederum größere Ablagerungen als in den vorgenannten Untersuchungsmaterialien. Dagegen wiesen die mit normalen akut tödlichen Dosen, chronisch- und einmalig subletal vergifteten Tiere nur einen nicht genau bestimmbareren Spuren- bzw. keinen Befund in der Zahn- und Knochensubstanz auf, während bei allen Meerschweinchen und Kaninchen der Thalliumnachweis eindeutig in der Leber zu führen war.

Die Erwartung, daß sich bei einer größeren Verwertung der Untersuchungssubstanzen zur Elektrolyse und späteren spektroskopischen Auswertung eine günstigere, leider nur qualitative, Bestimmung durchführen ließ, hat sich bestätigt. Es wurden bei sämtlichen akut tödlich vergifteten Tieren positive Befunde in den Zähnen und Knochen festgestellt. Es ließ sich ebenfalls nachweisen, daß bei den chronischen Fällen z.T. eine Ablagerung stattfand.

Die bei der polarographischen Untersuchung gefundene Tatsache einer höheren Ablagerung in den Knochen als in den Zähnen hat sich auch hier bestätigt gefunden, da in zwei chronischen Vergiftungsfällen in der Knochensubstanz ein positives, in der Zahnschmelze aber ein negatives Ergebnis ermittelt wurde.

An den zu Vergleichsfeststellungen (etwaige unterschiedliche Stoffwechselverhältnisse) vergifteten Kaninchen ließen sich keine wesentlichen Unterschiede den Meerschweinchen gegenüber erkennen.

Zusammenfassung:

1. Ausgehend von der Beschreibung der Eigenschaften des Thalliums und seiner Verbindungen wird über die klinischen Symptome der akuten und chronischen Thalliumvergiftung berichtet.
2. Die Erscheinung an der Leiche, Nachweismethoden und die Ergebnisse quantitativer Untersuchungen an Leichen sowie die Ausscheidungsverhältnisse bei experimentell vergifteten Tieren werden kritisch besprochen.
3. In der Literatur finden sich bisher keine Untersuchungen über Thalliumablagerungen in den Zähnen. Zur Einführung in die Fragestellung wird ein Überblick über Ablagerung anderer Schwermetalle in den Zähnen gegeben.
4. Auf Grund von 12 Versuchen an Meerschweinchen und 3 Versuchen an Kaninchen wird festgestellt,
 - a) daß sich bei akuten Vergiftungen nach wenigen Tagen Thallium in den Zähnen nachweisen ließ,
 - b) daß bei Verabreichung einer einmaligen subletalen Dosis Thallium in den Zähnen nicht nachgewiesen werden konnte,
 - c) daß bei chronischer Zufuhr nur dann Thallium gefunden wurde, wenn die Dosen nicht unerheblich waren.
5. Zu Vergleichszwecken wurden Thalliumbestimmungen bei jedem Tier in der Leber und in einem Röhrenknochen durchgeführt. Bei sämtlichen Tieren waren beträchtliche Mengen in der Leber zu finden. Bei den Knochen ergab sich der auffällige Befund, daß bei akuten Vergiftungen in den ersten Tagen Thallium zu finden war, bei subletalen Dosen, wenn die Tiere mehrere Wochen weiterlebten, kein Thallium mehr nachweisbar war.

Bei chronischen Vergiftungen mit geringen Dosen war kein Thallium im Röhrenknochen festzustellen. Die Ergebnisse der Befunde an den Röhrenknochen sprechen gegen einen Ablagerungsmodus im Skelett wie er bei der Bleivergiftung vorkommt.

Für die Überlassung des Themas und die gütige Hilfsbereitschaft möchte ich hiermit Herrn Professor Dr.Dr.E.Weinig herzlich danken.

Mein Dank gilt weiterhin Herrn Dr.L.Lautenbach und Herrn Dr.Gg.Schmidt, die mir bei der Durchführung der Untersuchungen oft beratend zur Seite standen.

Literaturverzeichnis:

1. Aub, J.C., Fairhall, L.T., Lead poisoning
Minot, A.S. u. P. Retznikoff: Baltimore (1926)
2. Barbaglia, V.: Histochemische Methode der Thalliumbestimmung.
Ref. Zbl. Hautkrankh. 36, 221 (1930)
3. Bochkor, A.: zit. nach Prick, Smitt, Muller
(s.d.)
4. Bodnar u. Tereny: Titrimetrische Bestimmung des Thalliums in Zeliopräparaten.
Z. Anal. Chem. 69, 29 (1926)
5. Buschke, A.: Experimenteller Beitrag zur Kenntnis der Alopecie.
Berl. klin. Wchschr. 53, 879 (1900)
6. Carow: Ablagerung von Blei in den Zähnen bei chronischer Bleivergiftung.
D. Z. W., 45, 911 (1910)
7. Crookes, W.: On the existence of a new Element.
Chem. News 3, 193-194 (1861)
8. Deutsch, J.: Thalliumvergiftung durch Zeliop-Rattengiftkörner.
Fühner-Wielands Slg. v. Verg. fäll. A 68, 1, 149 (1930)
9. Dschou, Sch.: Beitrag zum Bleigehalt menschl. Organe.
Dissert. Hamburg 1933
10. Emara, M. u. M. A. Soliman: zit. nach Prick, Smitt, Muller
(s.d.)
11. Fretwurst, F. u. F. W. Lochmann: Akute Thalliumvergiftung.
Arch. f. Toxik. 15, 327 (1955)
12. Frey, J. u. M. Schlechter: Exper. Unters. über die Ausscheidungsgröße des Thalliums in versch. Körperflüssigkeiten.
Ref.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. 33, 320 (1940)
13. Fridli, R.: Über die jodometrische Bestimmung des Thalliums auch in Gegenwart von Ferri-Eisen. Seine Best. in Leichenteilen.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 15, 478-88 (1930)
14. Fridli, R.: zit. nach Prick, Smitt, Muller (s.d.)
15. Friedrich, A.: Histochem. Nachweis und Lok. von Zink in Zähnen und Kieferknochen v. Meersch. bei exp. Zinkverg.
Dissert. Leipzig 1939
16. Fühner, H.: Medizinische Toxikologie, S. 77-80, Stuttgart 1951

17. Gettler, A. u. L. Weiß: zit. nach Prick, Smitt, Müller (s.d.)
18. Gmelin, L.: Handbuch der anorg. Chemie
S. 3, Berlin 1939
19. Gottlieb u. Greiner: zit. nach Jaffé (s.d.)
20. Haberda, A.: Giftmord durch Thallium.
Beitr. z. Ger. Med. 7, 1. (1928)
21. Heinichen, W.: Thalliumvergiftung.
Fühner-Wielands Slg. v. Verg. fäll.
A 98, 2, 27 (1931)
22. Heyndrickx, M. A.: Etude toxicologique d'un cas
d'empoisonnement aigue par rati-
cide au Thallium.
Extr. d. Ann. d. Med. Leg. 5 (1954)
23. Hollemann-Wiberg: Anorganische Chemie.
S. 385, Berlin 1951
24. Jaffé: Anatomie und Pathologie der Spon-
tanerkrankungen der kleinen
Laborat.-Tiere. Berlin 1931
25. Jungnickel, J.: Histochem. Nachweis u. Lokalisat.
v. Cadmium in Zähnen u. Kieferkn.
v. Meersch. b. exp. Cadmiumverg.
Dissert. Leipzig 1939.
26. Klemperer, E.: Die Natur des Mees'schen Nagel-
bandes bei Thallium-Polyneuritis.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 23, 192 (1934)
27. Lamy, M.: Sur les effets toxiques du thall.
C. r. Acad. Sci. 57, 442. (1863)
28. Lohner, A.: Über die Wirkung des Thalliums auf
Knochen- und Zahnsystem.
Dissert. München 1936
29. Ludwig, W. u. H. Ganner: Drei Fälle von Thalliumvergiftung.
Fühner-Wielands Slg. v. Verg. fällen
A 513, 6, 119 (1935)
30. Moeschlin, S.: Klinik und Therapie der Vergiftung.
S. 30-46, G. Thieme-Verl. Stuttg. 1952
31. Mueller, B.: Gerichtliche Medizin, S. 629-633,
Springer-Verlag Berlin 1953
32. Mühlberg, H.: Histochemischer Kupfernachweis im
Kieferknochen und Zahnhartgewebe
bei exper. Kupfervergiftung.
Dissert. Leipzig 1937
33. v. Neureiter, F.,
Pietrusky, F. u. E. Schütt: Handwörterbuch der ger. Med. u.
naturwissensch. Krimin., S. 741-744,
Berlin 1940
34. Paulus, W.: Über die Verteilung von Thallium
bei Vergiftungen.
Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 204, 186-
189 (1947)

35. Pfrieme, F.: Über den normalen und patholog. Bleigehalt der Zähne v. Menschen und Tieren. Dissert. Halle 1934
36. Philippow, A.: Die polarographische Thalliumbestimmung im Knochen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 38, 203-207 (1943/44)
37. Popowa, G.: Veränderungen an Zähnen und Kiefer nach Thalliumverfütterung. Dissert. München 1931
38. Prick, J. J. G., Sillevius Smitt, W. G. u. L. Muller: Thallium Poisoning S. 123 Amsterdam Houston London New York 1955
39. Rauschke, J.: Experimentelle Thalliumvergiftung. Ref.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. 42, 89-90 (1954-55)
40. Rößler, W.: Histochem. Nachweis v. Bleiablag. im Zahnhartgewebe bei experiment. Bleivergiftung. Dissert. Leipzig 1936
41. Schee, J.: Eine permanganometrische Methode der Thalliumbestimmung. Wiener Beitr. gerichtl. Med. 7, 14 (1928)
42. Schmidt, P. u. Fr. Weyrauch: Über die Diagnostik der Bleivergiftung im Lichte moderner Forschung. Jena 1933
43. Starkenstein, E. u. H. Langecker: Thalliumvergiftung, akute, als Folge fehlerhafter Arzneiverordnung und Arzneigabe. Fühner-Wielands Slg. v. Verg. fäll. A 440, 5, 117 (1934).
44. Stich, C.: Über die colorimetrische Bestimm. von Thallium. Pharmazeut. Ztg. 74, 27 (1927)
45. Teleky, L.: Gewerbliche Vergiftungen. S. 117, Berlin-Gött.-Heidelberg. 1951
46. Timm, F.: Zellmikrochemie der Schwermetallgifte. Habilitations-Schrift, Leipzig 1932
47. Weinig, E.: Die Bedeutung der Polarographie für die gerichtl. Med. u. Krimin. Habilitations-Schrift, Leipzig 1941
48. Weinig, E.: Die polarographische Bestimmung des Thalliums in Leichenteilen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 38, 199-202 (1943/44)
49. Wendeborn, H.: Metallablagerungen im Zahnhartgewebe amalgamgefüllter Zähne. Dissert. Leipzig 1934

50. Wender, O.:

Ein Fall von Thalliumvergiftung.
Fühner-Wielands Slg. v. Verg. fällen
A 645, 7, 199 (1936).

51. Werner, U.:

Verteilung und Lokalisation abge-
wanderter Amalgamteilchen im Zahn-
hartgewebe.
Dissert. Leipzig 1935

52. Westphal:

Über das Vorkommen von Blei in
Zähnen bei Bleivergiftung.
Dissert. Kiel 1934

Lebenslauf

Am 20. Oktober 1927 wurde ich als Sohn des Bundesbahninspektors Johann Roß und seiner Ehefrau Hilda, geb. Harms, in Leer/Ostfriesland geboren. Ich besuchte 4 Jahre die Volksschule und ab 1938 die Staatliche Oberschule für Jungen in Leer. Im Jahre 1943 wurde ich als Marinehelfer, 1944 zum Arbeitsdienst und anschließend zur Luftwaffe eingezogen. Ab Herbst 1945 besuchte ich wiederum die Oberschule in Leer und legte dort im Jahre 1947 die Reifeprüfung ab. Nach einer längeren Tätigkeit als Zahntechniker in einer zahnärztlichen Praxis begann ich im Jahre 1952 das Studium der Zahnheilkunde an der Universität Bonn. Im Sommer 1953 legte ich die Vorprüfung und im Frühjahr 1956 das Zahnärztliche Staatsexamen in Bonn ab. Seit dem Sommersemester 1956 bin ich an der Universität Erlangen immatrikuliert.

